

Controle de *Aedes (Stegomyia) aegypti* e *Culex (Culex) quinquefasciatus* Através de Formulados Contendo *Bacillus thuringiensis israelensis* em Temperaturas Controladas

João Antonio Cyrino Zequi¹✉, José Lopes² & Fernando Pereira Santos²

1. Centro Universitário Filadélfia, e-mail: biologia@unifil.br (Autor para correspondência✉), fernando.santos@unifil.br. 2. Universidade Estadual de Londrina, e-mail: jea@uel.br.

EntomoBrasilis 4 (3): 130-134 (2011)

Resumo. *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Linnaeus) e *Culex (Culex) quinquefasciatus* Say são importantes vetores de patógenos em áreas urbanas. Este trabalho teve como objetivo avaliar diferentes formulados comerciais contendo *Bacillus thuringiensis israelensis* de Barjac, no controle de *Ae. aegypti* e *Cx. quinquefasciatus*, verificando sua eficiência perante a potência declarada. Testou-se os produtos Aquabac® XT 1200 UTI/mg, Teknar® 3000AAU/mg e Vectobac® AS 1200 UTI/mg, formulados líquidos, e os sólidos Vectobac® WDG 3000 UTI/mg, Vectobac® T 2200 UTI/mg e o formulado experimental Biouel 500 UTI/mg. Todos os produtos foram testados a temperatura de 25±2°C e os líquidos também a 15±2°C, 35±2°C e temperatura ambiente (25,37 a 28,73°C). Os testes foram realizados utilizando-se 25 larvas no início do 4º estágio, em 150 mL de água destilada, com leitura de mortalidade 24 horas após exposição. Resultados foram analisados através de Probit calculando-se a CL₅₀. A 25±2°C, os produtos Vectobac WDG e Vectobac T foram os mais eficientes para *Ae. aegypti*, com CL₅₀ respectivamente de 0,10 (0,08 – 0,11) mg/L e 0,10 (0,09 – 0,11) mg/L. Para *Cx. quinquefasciatus*, os mais eficientes foram Vectobac WDG, Vectobac AS, Biouel e Vectobac T. Tomando como referência a potência declarada dos produtos, o Biouel teve, proporcionalmente, melhor desempenho para as duas espécies. Nas temperaturas de 15±2°C, 35±2°C e na temperatura ambiente (25,37 a 28,37°C), Vectobac AS foi o mais eficiente para as duas espécies de Culicidae testadas. Na temperatura ambiente a 35±2°C, necessitou-se de menor concentração dos produtos para controle de *Cx. quinquefasciatus* em relação à *Ae. aegypti*.

Palavras-Chave: Controle Biológico; Culicidae; Dengue; Vector.

Control of *Aedes (Stegomyia) aegypti* and *Culex (Culex) quinquefasciatus* Through Formulated Containing *Bacillus thuringiensis israelensis* at Controlled Temperatures

Abstract. *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Linnaeus) and *Culex (Culex) quinquefasciatus* Say are important pathogen vectors in urban environments. This study was designed to evaluate commercial formulations containing *Bacillus thuringiensis israelensis* de Barjac for the control of *Ae. aegypti* and *Cx. quinquefasciatus* and to assess their efficiency as compared to manufacturers' claims. The tested products were the liquid formulation of Aquabac® XT 1200 ITU/mg, Teknar® 3000AAU/mg, and Vectobac® AS 1200 ITU/mg, and the solid products Vectobac® WDG 3000 ITU/mg, Vectobac® Tablet 2200 ITU/mg, and the trial formulation of Biouel 500 ITU/mg. All products were tested at 25±2°C temperature and the liquid formulations were also tested at 15±2°C, 35±2°C, and at room temperature (25.37 to 28.73°C). The experiments were conducted with 25 larvae at the early 4th stage, in 150 mL of distilled water; the dead larvae were counted 24 hours after product application. Results were analyzed using Probit to calculate CL₅₀. The 25±2°C temperature, Vectobac WDG, and Vectobac Tablet were the most efficient in controlling *Ae. aegypti*, with CL₅₀ of 0.10 (0.08 – 0.11) mg/L and 0.10 (0.09 – 0.11) mg/L, respectively. The most efficient products for *Cx. quinquefasciatus* were Vectobac WDG, Vectobac AS, Biouel, and Vectobac T. When the potency claimed by manufacturers was compared to our laboratory results, Biouel had the best performance for both species. Vectobac AS was the most efficient for both species of Culicidae tested at 15±2°C, 35±2°C and at room temperature (25.37 to 28.37°C). Lower product concentrations were required at 35±2°C room temperature to control *Cx. quinquefasciatus* than for *Ae. aegypti*.

Keywords: Biological Control; Culicidae; Dengue; Vector.

Aedes (*Stegomyia*) *aegypti* (Linnaeus) é o mosquito vetor do agente etiológico causador da febre dengue nos trópicos (DEGALLIER *et al.* 2010). Segundo dados da Organização Mundial de Saúde, o dengue está presente em mais de 100 países e esta distribuição tem aumentado nas últimas décadas. Cerca de 2,5 bilhões de pessoas estão expostas ao risco de dengue e estima-se a ocorrência de mais de 50 milhões de casos da doença por ano no mundo. Em 2007, mais de 890.000 casos foram relatados nas Américas, sendo 26.000 casos de febre hemorrágica (WHO 2010).

Culex quinquefasciatus Say é um mosquito cosmopolita, domiciliado e era responsável por transmitir o nematóide da filariose em regiões como Manaus, Belém, Recife, Maceió e Salvador, dentre outras localidades do país (DEANE 1951; RACHOU 1956). Atualmente, apenas a região metropolitana de Recife, Pernambuco é considerada um área endêmica (MEDEIROS *et al.*

2003).

A filariose linfática expõe 905 milhões de pessoas ao risco de serem infectadas, sendo que 90 milhões de pessoas são afetadas mundialmente (MARGALIT 1995). Segundo a OMS, até o final de 2007, 81 países estavam na lista de endêmicos para esta doença, com 750 milhões de pessoas em tratamento visando à erradicação da doença.

Uma das possibilidades eficiente e ecológica para o combate a esses vetores é o controle biológico utilizando-se o *Bacillus thuringiensis israelensis* de Barjac como princípio ativo de bioinseticidas comerciais, por sua atividade e especificidade sobre larvas de mosquitos e borrachudos (LACEY & LACEY 1981; BECKER *et al.* 1992; BROWN *et al.* 1998a, 1998b; RODRIGUES *et al.* 1999; BROWN *et al.* 1999; NAYAR *et al.* 1999; BROWN *et al.* 2000; CHUNG *et al.* 2001; FILINGER *et al.* 2003; GUNASEKARAN *et al.* 2004; LOPES *et al.* 2010; BRAVO *et al.* 2011).

Os diferentes tipos de formulados à base de *B. thuringiensis israelensis* são produzidos no estado físico líquido (suspensões aquosas ou concentrados emulsionáveis) ou sólido (pó, grânulos dispersíveis em água ou tabletes), visando à utilização em diferentes condições do criadouro e também na dependência da espécie alvo. Para o desenvolvimento de novos produtos, testes preliminares em laboratório são necessários para estimar sua possível eficiência nas condições de campo.

Este trabalho teve como objetivo avaliar diferentes formulados comerciais e um experimental, a base de *B. thuringiensis israelensis*, em condições de temperatura ambiente e controladas, sobre larvas de *Ae. aegypti* e *Cx. quinquefasciatus*, em experimentos de laboratório.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização dos testes foram utilizadas larvas de *Ae. aegypti* e *Cx. quinquefasciatus* do insetário contido no laboratório de Entomologia Geral e Médica da Universidade Estadual de Londrina. As criações tiveram início com a coleta de ovos a campo, utilizando-se armadilhas (ovitrampas) para *Ae. aegypti* e coletas manuais de jangadas de ovos de *Cx. quinquefasciatus* em lagoas de tratamento de efluentes, com reposição mensal de material oriundo do campo.

Larvas de quarto estágio inicial eram utilizadas para os bioensaios, sendo que nenhum alimento era adicionado nas bandejas de criação 24 horas antes dos testes.

Foram testados os produtos comerciais Aquabac® XT 1200 UTI/mg (lote #F295), Teknar® 3.000AAU/mg (lote A206673); Vectobac® AS 1200 UTI/mg (lote 69-149-N9), formulados líquidos, além dos formulados sólidos Vectobac® WDG 3000 UTI/mg (lote 72-72-578-PG), Vectobac® T 2200 UTI/mg (lote PK009-2) e o formulado sólido produzido experimentalmente pelo Laboratório de Bioinseticida da Universidade Estadual de Londrina (Biouel – pó 500 UTI/mg), todos à base de *B. thuringiensis israelensis*.

Para padronização, Teknar foi transformado em UTI/mg, pela fórmula $UTI = 2,5xAAU$, de acordo com (VILARINHOS *et al.* 1998).

Os bioensaios para todos os produtos comparados foram realizados em condições de temperatura controlada de $25 \pm 2^\circ C$ e para os três formulados líquidos Aquabac XT, Teknar e Vectobac AS, também em condições de temperaturas ambiente variável e controlada a $15 \pm 2^\circ C$, $25 \pm 2^\circ C$ e $35 \pm 2^\circ C$. Nos bioensaios em temperatura ambiente, utilizou-se termohigrômetro para mensurar os limites de temperatura.

A metodologia para os bioensaios foi baseada em LACEY (1997) e WHO (1999, 2005) com repetições em dias diferentes. Vinte e cinco larvas de 4º estágio inicial eram transferidas para potes de polietileno circular transparente de 11 cm de diâmetro com 7 cm de profundidade, contendo 150 mL de água destilada. Os produtos foram avaliados em seis concentrações. Cada uma teve três réplicas, e os testes foram repetidos 5 vezes em dias diferentes, totalizando 15 análises para cada produto.

A avaliação de mortalidade foi realizada 24 após a inoculação do bioinseticida e as pupas foram descontadas da estatística. Utilizou-se da análise de Probit (SPSS® 14.0 package for Windows® SPSS Inc. 2005, Headquarters, Chicago, Illinois, USA) para o bioensaio de resposta binária com o seguinte modelo matemático: $P_i = F(\alpha + \beta x_i)$, onde P_i significa probabilidade da resposta; $x_i = \log$ dose, α e β = parâmetros e F = função de distribuição acumulada (HADDAD 1998). Através do Probit determinou-se a concentração letal CL_{50} e seus intervalos de confiança, para comparar a eficiência dos produtos em relação as diversas temperaturas e UTI/mg dos produtos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos bioensaios a $25 \pm 2^\circ C$, os formulados Vectobac T e WDG foram os mais eficientes para o controle de *Ae. aegypti*, com CL_{50} respectivamente de 0,10 (0,09-0,11) mg/L e 0,10

(0,08-0,11) mg/L, seguido de Teknar 0,23 (0,21-0,25), Biouel 0,35 (0,31-0,40), Vectobac AS 0,40 (0,37-0,45) e Aquabac 0,76 (0,62-1,06) (Tabela 1). Se levado em consideração a potência declarada dos produtos em UTI/mg, a qual deve se expressar em mortalidade larval, o Biouel é proporcionalmente mais eficiente em 1,7 e 1,3 vezes respectivamente quando comparado a WDG e Tablet, no controle de *Ae. aegypti*, já que sua potência declarada é de 500 UTI/mg.

Para *Cx. quinquefasciatus*, nos bioensaios a $25 \pm 2^\circ C$, os melhores resultados foram obtidos com Vectobac WDG 0,09 (0,08-0,10), Vectobac AS 0,22 (0,21-0,24), Biouel 0,25 (0,23-0,27), Vectobac T 0,31 (0,25-0,42), Teknar 0,39 (0,36-0,44) e Aquabac XT 0,47 (0,42-0,56) mg/L. Vectobac WDG mostrou-se como o mais eficiente no controle das duas espécies testadas (Tabela 1); porém, também sobre esta espécie, o Biouel, levando-se em consideração a quantidade de UTI/mg utilizada para atingir a CL_{50} , teve o melhor desempenho, mostrando eficiência e eficácia contra estas duas espécies de mosquitos.

Para Vectobac T, além da sua eficiência sobre as larvas dos culicídeos testados (Tabela 1), a sua formulação em comprimido poderia facilitar a operação em campo, caracterizando-o como apropriado para controle de *Ae. aegypti*, podendo ser facilmente manipulado em estratégias de controle quando o criadouro for de difícil acesso. O produto experimental Biouel mostrou-se como alternativa viável de controle para esses mosquitos, com resultados compatíveis aos formulados importados (Tabela 1). Aquabac XT necessitou de uma maior concentração para atingir a CL_{50} nas duas espécies de Culicidae testadas em todas as temperaturas (Tabela 1).

O produto Vectobac WDG mostrou ação semelhante a $25 \pm 2^\circ C$ para *Ae. aegypti* e *Cx. quinquefasciatus* (Tabela 1), enquanto que Vectobac T e Teknar necessitaram de uma concentração maior para atingir a CL_{50} em imaturos de *Cx. quinquefasciatus*, em relação aos resultados obtidos para *Ae. aegypti*. Com os produtos na formulação líquida, nas temperaturas de $25,4$ a $28,7^\circ C$ e a $35 \pm 2^\circ C$, necessitou-se de menor concentração dos produtos para controle de *Cx. quinquefasciatus* em relação a *Ae. aegypti*. MULLA (1990) afirma que entre os Culicidae existem diferentes níveis de suscetibilidade para o *B. thuringiensis israelensis*, sendo que em geral, *Culex* são mais suscetíveis, *Aedes* são menos e *Anopheles* são tolerantes a maioria dos formulados de *B. thuringiensis israelensis*. Os resultados obtidos corroboram com as afirmações de MULLA (1990). RUAS-NETO *et al.* (1994) encontraram uma CL_{50} de 1,15 e 1,09 (log-probit) respectivamente para os produtos Vectobac AS e Teknar em testes de laboratórios com *Cx. quinquefasciatus*. AMALRAJ *et al.* (2000), testando Vectobac AS em condições de laboratórios, constataram que o formulado foi relativamente mais efetivo sobre *Cx. quinquefasciatus* do que sobre *Ae. aegypti* e *Anopheles stephensi* Liston, 1901, com respectivos valores de CL_{50} de 0,046, 0,060 e 0,190 mg/L, comprovando uma menor suscetibilidade de *Ae. aegypti* ao produto quando comparado a *Cx. quinquefasciatus*. LOPES *et al.* (2010) também encontrou uma alta sensibilidade de *Cx. quinquefasciatus* em relação a *Ae. aegypti* testando Biouel, formulado líquido contendo *B. thuringiensis israelensis*.

A eficiência de *B. thuringiensis israelensis* depende do tipo de formulação, hábitos alimentares das espécies de Culicidae e suscetibilidade dos insetos (LOPES *et al.* 2010). Os resultados obtidos neste experimento, onde Vectobac T e Teknar a $25 \pm 2^\circ C$ apresenta melhor desempenho sobre *Ae. aegypti*, em comparação a *Cx. quinquefasciatus* diferencia-se dos dados acima discutidos, e seleciona estes formulados como mais eficientes para o controle de *Ae. aegypti*, nesta condição.

Baseado nos testes de laboratórios, os formulados promissores para testes em campo no controle de *Ae. aegypti* são: Vectobac T, Vectobac WDG e Biouel, já que são formulados sólidos e de fácil aplicação em locais de procriação desse mosquito. Para *Cx. quinquefasciatus*, mosquito típico de ambiente poluído, os produtos que poderiam ser promissores, baseado nos testes em laboratórios e a facilidade de aplicação no criadouro, são

Tabela 1. UTI(s)/mg utilizada para atingir a CL₅₀ e seus limites, para diferentes formulados comerciais com *Bacillus thuringiensis israelensis* sobre larvas de 4º instar inicial de *Aedes aegypti* e *Culex quinquefasciatus*, em diferentes condições de temperaturas e fotoperíodo de 12L:12E.

Produto (25±2°C)	<i>Ae. aegypti</i> CL ₅₀ (mg/L) (Max.-Min.)	UTI/mg	<i>Cx. quinquefasciatus</i> CL ₅₀ (mg/L) (Max.-Min.)	UTI/mg
Aquabac XT	0,76 (0,62-1,06)	912	0,47 (0,42-0,56)	564
Teknar	0,23 (0,21-0,25)	1725	0,39 (0,36-0,44)	1170
Vectobac AS	0,40 (0,37-0,45)	480	0,22 (0,21-0,24)	264
Vectobac T	0,10 (0,09-0,11)	220	0,31 (0,25-0,42)	682
Vectobac WDG	0,10 (0,08-0,11)	300	0,09 (0,08-0,10)	270
Biouel	0,35 (0,31-0,40)	175	0,25 (0,23-0,27)	125
Produto (15±2°C)	<i>Ae. aegypti</i> CL ₅₀ (mg/L) (Max.-Min.)	UTI/mg	<i>Cx. quinquefasciatus</i> CL ₅₀ (mg/L) (Max.-Min.)	UTI/mg
Aquabac XT	0,66 (0,55-0,85)	792	0,58 (0,48-0,83)	696
Teknar	0,27 (0,22-0,40)	810	0,49 (0,43-0,57)	1470
Vectobac AS	0,24 (0,22-0,25)	288	0,43 (0,39-0,50)	516
Produto (35±2°C)	<i>Ae. aegypti</i> CL ₅₀ (mg/L) (Max.-Min.)	UTI/mg	<i>Cx. quinquefasciatus</i> CL ₅₀ (mg/L) (Max.-Min.)	UTI/mg
Aquabac XT	0,70 (0,59-0,90)	840	0,28 (0,23-0,35)	336
Teknar	0,32 (0,26-0,45)	960	0,20 (0,18-0,23)	600
Vectobac AS	0,30 (0,28-0,33)	360	0,10 (0,08-0,11)	120
Produto (25,4 a 28,7°C)	<i>Ae. aegypti</i> CL ₅₀ (mg/L) (Max.-Min.)	UTI/mg	<i>Cx. quinquefasciatus</i> CL ₅₀ (mg/L) (Max.-Min.)	UTI/mg
Aquabac XT	0,49 (0,45-0,54)	588	0,27 (0,24-0,29)	324
Teknar	0,36 (0,27-0,64)	1080	0,21 (0,20-0,22)	630
Vectobac AS	0,28 (0,24-0,33)	336	0,19 (0,18-0,20)	228

Vectobac WDG, Vectobac AS e Teknar (Tabela 1), necessitando portanto de testes a campo. Os sólidos como Biouel e Vectobac T apresentaram resultados compatíveis, mas com formulação que possa apresentar dificuldades operacionais nesse tipo de ambiente, sendo então indicada para se testar a campo em pequenos criadouros.

A 35±2°C, houve diminuição da CL₅₀ em relação à temperatura de 25±2°C para os três produtos testados em *Cx. quinquefasciatus* e *Ae. aegypti*, com exceção para Teknar em relação a esta última espécie (Tabela 1). Este resultado pode estar diretamente relacionado à atividade alimentar e ao metabolismo da larva, que pode acelerar com o aumento na temperatura, mas, provavelmente esta variação na temperatura não interfere na estrutura do cristal protéico.

A faixa de variação da temperatura ambiente do laboratório esteve mais próxima às condições de temperatura de 25±2°C, todavia os resultados de CL₅₀ não acompanharam os resultados nos testes com *Ae. aegypti*. O Aquabac XT teve a menor CL₅₀ obtida em todos os testes tanto para *Ae. aegypti* como para *Cx. quinquefasciatus* (Tabela 1). Para Teknar que havia apresentado menor CL₅₀ a 25±2°C, o resultado foi superior ao obtido nos bioensaios a 35±2°C. Para Vectobac AS houve diminuição da CL₅₀, estando mais próximo ao obtido a 35±2°C (Tabela 1). Em *Cx. quinquefasciatus*, os resultados foram mais uniformes, onde Aquabac XT e Teknar tiveram resultados mais próximos à condição de 35°C, e somente o Vectobac AS mostrou semelhança ao obtido para 25±2°C. De forma geral, Vectobac AS nas temperaturas de 15±2°C, 35±2°C e 25,37 a 28,37°C foi o mais eficiente para as duas espécies de Culicidae testadas (Tabela 1).

A falta de uniformidade nos resultados obtidos para *Ae. aegypti* pode estar relacionada à menor suscetibilidade da larva desta espécie e também a diferenças individuais dentro da população. Nesse contexto, a temperatura interfere indiretamente na ação do *B. thuringiensis israelensis*, conforme relatado em LACEY & UNDEEN (1984), KATBEH-BADER (1999), NAYAR et al. (1999). BECKER et al. (1992), que encontraram diferença na eficácia de *B. thuringiensis israelensis* especialmente entre 5º e 8°C em 2º e 4º instares de *Aedes vexans* (MEIGEN 1830), provavelmente pela redução da filtração das larvas em baixas temperaturas, sugerindo

que se deve aplicar grande quantidade de produto abaixo de 8°C para esta espécie. *Culex saltanensis*, exposto a *B. thuringiensis israelensis* na temperatura de 12 ± 1°C, e fotoperíodo 14L:10E, teve sua suscetibilidade diminuída em 1,5 vezes em relação a CL₅₀, quando comparado com a temperatura ambiente (ZEQUI & LOPES 2007).

Na análise dos resultados para *Cx. quinquefasciatus* é possível detectar diferenças da CL₅₀ nas faixas de temperatura empregadas, onde necessitou-se de maior concentração de produto a 15±2°C em relação a 35±2°C, compatível ao observado por NAYAR et al. (1999), que encontraram uma CL₅₀ respectivamente de 0,152, 0,139 e 0,140 mg/L em bioensaios mantidos a 15°C, 25°C e 35°C, para 4º instar de *Cx. nigripalpus* submetidos à Vectobac® 12 AS – 1.200 Uti/mg, em 24 horas. KATBEH-BADER et al. (1999), testando os produtos padrões de *B. thuringiensis israelensis* (IPS-82) e *Bacillus sphaericus* Neide (SPH88 2362) sobre *Culiseta longiareolata* (Macquart), verificaram que a mortalidade aumenta significativamente com o aumento da temperatura, onde foram menos suscetíveis a 20±1°C, do que a altas temperaturas de 25±1°C e 28±1°C.

A temperatura aumenta a taxa de alimentação dos imaturos, com conseqüente aumento de ingestão de *B. thuringiensis israelensis*. Assim, a temperatura afeta indiretamente a ação de *B. thuringiensis israelensis*, já que em temperaturas baixas, ocorre menor filtração dos imaturos, necessitando aplicação de uma concentração maior de produto para se obter resultados satisfatórios (BECKER et al. 1992).

Conclui-se que todos os formulados foram eficientes para o controle de larvas de *Ae. aegypti* e *Cx. quinquefasciatus* nas condições experimentais empregadas. Entre os formulados testados, Vectobac T, Vectobac WDG e o Biouel são os mais indicados para o controle de *Ae. aegypti*, e Vectobac AS e WDG para o controle de *Cx. quinquefasciatus* em temperatura de 25±2°C. Vectobac AS mostrou melhor eficiência para *Ae. aegypti* e *Cx. quinquefasciatus* nas temperaturas de 15±2°C, 35±2°C e variável de 25,37 a 28,37°C.

AGRADECIMENTOS

A Fundação Araucária (Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Paraná) e ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina.

REFERÊNCIAS

- Amalraj, D.D., S.S. Sahu, P. Jambulingam, D.O.S.S. Boopathi, M. Kalyanasundaram, & P.K. Das, 2000. Efficacy of aqueous suspension and granular formulations of *Bacillus thuringiensis* (Vectobac) against mosquito vectors. *Acta Tropica*, 75: 243-246.
- Becker, N., M. Zgomba, M. Ludwig, D. Petric & F. Rettich, 1992. Factors influencing the activity of *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* treatments. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 8: 285-289.
- Bravo, A., S. Likitvivanavong, S.S. Gill & M. Soberón, 2011. *Bacillus thuringiensis*: A story of a successful bioinsecticide. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 41: 423-431.
- Brown, M.D., T. Darran, M. Paul, G.G. Jack & H.K. Brian, 1999. Laboratory and field evaluation of the efficacy of four insecticides for *Aedes vigilax* (Diptera: Culicidae) and toxicity to the nontarget shrimp *Leander tenuicornis* (Decapoda: Palaemonidae). *Journal Economic Entomologist*, 92: 1045-1051.
- Brown, M.D., T. Darran & H. K. Brian, 1998a. Laboratory and field evaluation of efficacy of Vectobac® 12 AS against *Culex sitiens* (Diptera: Culicidae) larvae. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 14: 183 - 185.
- Brown, M.D., T. Darran & H.K. Brian, 1998b. Acute toxicity of selected pesticides to the pacific blue - eye, *Pseudomugil signifer* (Pisces). *Journal of the American Mosquito Control Association*, 14: 463 - 466.
- Brown, M.D., M.W. Tonya, G. Susannah, G.G. Jack, P. David & H.K. Brian, 2000. Toxicity of insecticides for control of freshwater *Culex annulirostris* (Diptera: Culicidae) to the nontarget shrimp, *Caradina indistincta* (Decapoda: Atyidae). *Journal Economic Entomologist*, 93: 667 - 672.
- Chung, Y.K., S.G. Phua-Lam, Y.T. Chua & R. Yatiman, 2001. Evaluation of biological and chemical insecticide mixture against *Aedes aegypti* larvae and adults by thermal fogging in Singapore. *Medical and Veterinary Entomology*, 15: 321-327.
- Deane, L.M., 1951. Observações sobre alguns hábitos dos adultos de *Culex fatigans*, o principal transmissor da filariose em Belém, Pará. *Revista do Serviço Especial de Saúde Pública*, 4, 423 - 464.
- Degallier, N., C. Favier, C. Menkes, M. Lengaigne, W. M. Ramalho, R. Souza, J. Servain & J. P. Boulanger. 2010. Toward an early warning system for dengue prevention: modeling climate impact on dengue transmission. *Climatic Change*, 98: 581-592.
- Filinger, U., B.G.J. Knols & N. Becker, 2003. Efficacy and efficiency of new *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* and *Bacillus sphaericus* formulations against Afrotropical anophelines in Western Kenya. *Tropical Medicine and International Health*, 8: 37-47.
- Gunasekaran, K., P.S. Boopathi Doss, K. Vaidyanathan. 2004. Laboratory and field evaluation of Teknar HP-D, a bioinsecticidal formulation of *Bacillus thuringiensis* ssp. *israelensis*, against mosquito vectors. *Acta Tropica*, 92: 109-118.
- Haddad, M.L., 1998. Utilização do Polo-PC para análise de Probit. In: Alves, S.B. Controle Microbiano de Insetos, Piracicaba, FEALQ, 1013p.
- Katbch-Bader, A., H. Khyami-Horani & Z.H. Mohsen, 1999. Effect of temperature on the susceptibility of *Culiseta longiareolata* (Macquart) (Dipt. Culicidae) to two standard strains of biocontrol bacteria. *Journal of Applied Entomology*, 123: 629-631.
- Lacey, L.A., 1997. Laboratory bioassay of bacteria against aquatic insects with emphasis on larvae of mosquitoes and black flies. p. 79-90. In: Lacey, L.A. Manual of Techniques in Insect Pathology, London, Academic Press, 409p.
- Lacey, L.A. & J.M. Lacey, 1981. The larvicidal activity of *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* (H-14) against mosquitoes of the central Amazon basin. *Mosquitoes. News*. 41: 266 - 270.
- Lacey, L.A. & A.H. Undeen, 1984. The effect of formulation, concentration, and application time on the efficacy of *Bacillus thuringiensis* (H14) against black fly larvae under natural conditions. *Journal Economic Entomologist*. 77: 412-418.
- Lopes J., O.M.N. Arantes & M.A. Cenci. 2010. Evaluation of a new formulation of *Bacillus thuringiensis israelensis*. *Brazilian Journal of Biology*. 70: 1109-1113.
- Lozovei, A.C., 2001. Culicídeos (mosquitos). p. 59-103. In - Marcondes, C.B. Entomologia Médica e Veterinária, São Paulo: Editora Atheneu, 432p.
- Manasherob, R., E. Bem-Dov, J. Margalit, A. Zaritsky & Z. Barak, 1997. Raising activity of *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* against *Anopheles stephensi* larvae by encapsulation in *Tetrahymena pyriformis* (Hymenostomatida: Tetrahymenidae) *Journal of the American Mosquito Control Association*. 12: 627-631.
- Margalit, J., N. Becker, C. Back & A. Zaritsky, 1995. *Bacillus thuringiensis* subsp. *israelensis* as a Biological Control Agent of Mosquitoes and Black Flies. p. 521-556. In: Feng, T.Y.; K.F. Chak, A.R. Smith, J. Margalit, C. Chilcott, & R.I. Rose. *Bacillus thuringiensis* Biotechnology and Environmental Benefits. 1, Hua Shiang Yuan Publishing Co. Taipei, Taiwan, 525p.
- Medeiros, Z., E.P. Cesse., J.A. Menezes & F. Lessa. 2003. Controle da filariose linfática no Brasil, 1951-2000. *Epidemiologia e Serviços de Saúde* 12: 77-86.
- Mulla, M.S., 1990. Activity, field efficacy, and use of *Bacillus thuringiensis israelensis* against mosquitoes. p. 134-160. In Barjac, H. & D. Sutherland. Bacterial control of mosquitoes and black flies. New Brunswick: Rutgers University Press, 349p.
- Nayar, J.R., J.W. Knight, D.B. Carlson & P.D. O'bryan, 1999. Laboratory evaluation of biotic and abiotic factors that may influence larvicidal activity of *Bacillus thuringiensis* serovar *israelensis* against two Florida mosquitoes species. *Journal of the American Mosquito Control Association*. 15: 32-42.
- Rachou, R.G., 1956. Transmissores da filariose braccroftiana no Brasil. *Revista Brasileira de Malariologia e Doenças Tropicais*. 8: 267 - 279.
- Rodrigues, I.B., P.T. Wanderli & M.C.S.D. José, 1998. Studies on the *Bacillus sphaericus* larvicidal activity against Malarial Vector Species in Amazonia. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*. 93: 441 - 444.
- Ruas-Neto, A.L., S.M. Silveira, E.R.C. Colares, 1994. Mosquito control base on larvicides in the state of Rio Grande do Sul, Brazil choice of the control agent. *Caderno de Saúde Pública*. Rio de Janeiro, 10: 222-230.
- Tauil, P.L., 2002. Aspectos críticos do controle do dengue no Brasil. *Caderno Saúde Pública*, 18: 867-71.
- World Health Organization. 1999. DRAFT. Determination of the Toxicity of *Bacillus thuringiensis* subsp. *israelensis* and *B. sphaericus* products, p.29-33. In: Who/Cds/Cpc/Whopes/99.2. Guideline specifications for bacterial larvicides for public health use. 33p.
- World Health Organization. 2005. Guidelines for Laboratory and Field Testing of Mosquito Larvicides. p.03-36. Disponível em: <http://whqlibdoc.who.int/hq/2005/WHO_CDS_WHOPEP_GCDPP_2005.13.pdf> acesso em 29/06/2010.
- World Health Organization. 2010. Impact of dengue, 1: 1. Disponível em: <<http://www.who.int/csr/disease/dengue/impact/en/>> acesso em 29/06/10.
- Vilarinhos, P.T.R., J.M.C.S. Dias, C.F.S. Andrade & C.J.P.C. Araújo-Coutinho, 1998. Uso de bactérias para o controle de culicídeos e simulídeos, p. 447-480. In: Alves, S.B. (Editor). Controle Microbiano de Insetos, FEALQ, 1163p.
- Zequi, J.A.C & J. Lopes, 2007. Biological control of *Culex* (*Culex*) *saltanensis* Dyar, (Diptera, Culicidae) through *Bacillus*

thuringiensis israelensis in laboratory and field conditions.
Revista Brasileira de Zoologia, 24 (1): 164-168.

Recebido em: 18/03/2011
Aceito em: 11/06/2011

Como citar este artigo:

Zequi, J.A.C., J. Lopes & F.P. Santos, 2011. Controle de *Aedes (Stegomyia) aegypti* e *Culex (Culex) quinquefasciatus* através de formulados contendo *Bacillus thuringiensis israelensis* em temperaturas controladas. EntomoBrasilis, 4(3): 130-134. www.periodico.ebras.bio.br/ojs



Aponte a câmera do celular, que possua leitor de QRCode, para acessar o artigo

